

BEST AVAILABLE COPY

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-287985

(43)Date of publication of application : 13.10.1992

(51)Int.Cl. H01S 3/00
G01J 3/10
G01J 3/18
G02B 27/42

(21)Application number : 02-323717

(71)Applicant : KOMATSU LTD

(22)Date of filing : 27.11.1990

(72)Inventor : ITAKURA YASUO

(30)Priority

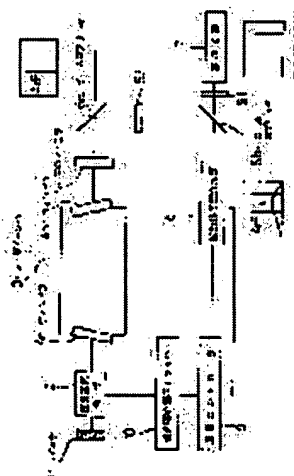
Priority number : 02 76330 Priority date : 26.03.1990 Priority country : JP

(54) WAVELENGTH DETECTOR FOR LASER AND METHOD THEREFOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To detect an absolute wavelength of an output laser light of an excimer laser with a simple structure by detecting the absolute wavelength of a laser light to be detected from a relative wavelength of an m -order diffracted light of the laser of a laser light to be detected for a modulo n diffracted light of a reference light.

CONSTITUTION: In a resonator of a narrow band oscillation ArF excimer laser, a wavelength selecting element 2 and a laser chamber 3 filled with laser gas containing ArF are arranged between a rear mirror 1 and a front mirror 5. A reference light from a reference light source 7 and an output laser light from an excimer laser of a laser light to be detected are incident to a diffraction grating spectroscope 8 using a diffraction grating. An absolute wavelength of the light to be detected is detected from a relative wavelength of an m -order diffracted light of the light to be detected for an n -order diffracted light of the reference light. However, n is 1, 2, ..., and m is a natural number. Thus, the absolute wavelength of the output laser light of the laser can be accurately detected by a simple structure.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than

the examiner's decision of rejection or
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of
rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

=> S JP04287985/PN

L3 1 JP04287985/PN

=> D ALL

L3 ANSWER 1 OF 1 JAPIO COPYRIGHT 2000 JPO
 AN 1992-287985 JAPIO
 TI WAVELENGTH DETECTOR FOR LASER AND METHOD THEREFOR
 IN ITAKURA YASUO
 PA KOMATSU LTD, JP (CO 000123)
 PI JP 04287985 A 19921013 Heisei
 AI JP1990-323717 (JP02323717 Heisei) 19901127
 SO PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, Unexamined Applications, Section: E, Sect.
 No. 1326, Vol. 17, No. 97, P. 59 (19930225)
 IC ICM (5) H01S003-00
 ICS (5) G01J003-10; (5) G01J003-18; (5) G02B027-42
 AB PURPOSE: To detect an absolute wavelength of an output laser light of
 an excimer laser with a simple structure by detecting the absolute
 wavelength of a laser light to be detected from a relative wavelength of an
 mn-order diffracted light of the laser of a laser light to be detected for a
 modulo n diffracted light of a reference light.
 CONSTITUTION: In a resonator of a narrow band oscillation ArF excimer
 laser, a wavelength selecting element 2 and a laser chamber 3 filled
 with laser gas containing ArF are arranged between a rear mirror 1 and a
 front mirror 5. A reference light from a reference light source 7 and an
 output laser light from an excimer laser of a laser light to be detected are
 incident to a diffraction grating spectroscopy 8 using a diffraction
 grating. An absolute wavelength of the light to be detected is
 detected from a relative wavelength of an mn-order diffracted light of the
 light to be detected for an n-order diffracted light of the reference light.
 However, n is 1, 2, , and m is a natural number. Thus, the absolute
 wavelength of the output laser light of the laser can be accurately
 detected by a simple structure.

⑫ 公開特許公報(A) 平4-287985

⑮ Int. Cl.⁵H 01 S 3/00
G 01 J 3/10
3/18
G 02 B 27/42

識別記号

G

庁内整理番号

7630-4M
8707-2G
8707-2G
9120-2K

⑬ 公開 平成4年(1992)10月13日

審査請求 未請求 請求項の数 13 (全8頁)

⑭ 発明の名称 レーザの波長検出装置および方法

⑯ 特 願 平2-323717

⑰ 出 願 平2(1990)11月27日

優先権主張 ⑱ 平2(1990)3月26日 ⑲ 日本(JP) ⑳ 特願 平2-76330

㉑ 発 明 者 板 倉 康 夫 神奈川県平塚市万田1200 株式会社小松製作所研究所内

㉒ 出 願 人 株式会社小松製作所 東京都港区赤坂2丁目3番6号

㉓ 代 理 人 弁理士 橋爪 良彦

COPY

明 細 書

1. 発明の名称

レーザの波長検出装置および方法

2. 特許請求の範囲

(1) 基準光を出力する各種元素のうちの少なくとも1元素を用いたランプからなる基準光源と、前記基準光と被検出レーザ光であるエキシマレーザの出力レーザ光とを回折格子を用いた回折格子形分光器に入射させ、前記基準光の n 次の回折光に対する前記被検出レーザ光の mn 次(m は自然数)の回折光の相対波長から前記被検出レーザ光の絶対波長を検出する検出手段とを備えたことを特徴とするレーザの波長検出装置。

(2) 基準光を出力する鉄、エルビウム、モリブデン、タンゲステン、ロジウム、ツリウムの中の少なくとも1元素のホローカソードランプからなる基準光源と、前記基準光と被検出レーザ光であるArFエキシマレーザの出力レーザ光とを回折格子を用いた回折格子形分光器に入射させ、前記基準光の n 次の回折光に対する前記被検出レー

ザ光の $2n$ 次の回折光の相対波長から前記被検出レーザ光の絶対波長を検出する検出手段とを備えた請求項(1)記載のレーザの波長検出装置。

(3) 基準光を出力する水銀ランプからなる基準光源と、前記基準光と被検出レーザ光であるArFエキシマレーザの出力レーザ光とを回折格子を用いた回折格子形分光器に入射させ、前記基準光の n 次の回折光に対する前記被検出レーザ光の $3n$ 次の回折光の相対波長から、前記被検出レーザ光の絶対波長を検出する検出手段とを備えた請求項(1)記載のレーザの波長検出装置。

(4) 基準光を出力するアルゴンランプからなる基準光源と、前記基準光と被検出レーザ光であるArFエキシマレーザの出力レーザ光とを回折格子を用いた回折格子形分光器に入射させ、前記基準光の n 次の回折光に対する前記被検出レーザ光の $4n$ 次の回折光の相対波長から前記被検出レーザ光の絶対波長を検出する検出手段とを備えた請求項(1)記載のレーザの波長検出装置。

(5) 基準光を出力するアルゴン、ネオンのうち

の少なくとも1元素のランプからなる基準光源と、前記基準光と被検出レーザ光であるArFエキシマレーザの出力レーザ光とを回折格子を用いた回折格子形分光器に入射させ、前記基準光の n 次の回折光に対する前記被検出レーザ光の $5n$ 次の回折光の相対波長から前記被検出レーザ光の絶対波長を検出する検出手段とを備えた請求項(1)記載のレーザの波長検出装置。

(6) 前記基準光源は、前記鉄ホローカソードランプの386.00nm、388.99nm、エルビウムホローカソードランプの386.28nm、モリブデンホローカソードランプの386.40nm、タングステンホローカソードランプの386.80nm、ロジウムホローカソードランプの385.65nm、ツリウムホローカソードランプの386.13nmの発光線のうちのいずれかを前記基準光として用いる請求項(2)記載のレーザの波長検出装置。

(7) 前記基準光源は、前記水銀ランプの576.96nm、578.97nm、579.07nm

を回折格子を用いた回折格子形分光器に同時に入射させ、前記基準光の n 次回折光に対する前記被検出レーザ光の $2n$ 次の回折光の相対波長を検出し、この相対波長から前記被検出レーザ光の絶対波長を検出する請求項(9)記載のレーザの波長検出方法。

(11) 水銀ランプから出力される波長が既知の基準光と、ArFエキシマレーザから出力される被検出レーザ光とを回折格子を用いた回折格子形分光器に同時に入射させ、前記基準光の n 次回折光に対する前記被検出レーザ光の $3n$ 次の回折光の相対波長を検出し、この相対波長から前記被検出レーザ光の絶対波長を検出する請求項(9)記載のレーザの波長検出方法。

(12) アルゴンランプから出力される波長が既知の基準光と、ArFエキシマレーザから出力される被検出レーザ光とを回折格子を用いた回折格子形分光器に同時に入射させ、前記基準光の n 次回折光に対する前記被検出レーザ光の $4n$ 次の回折光の相対波長を検出し、この相対波長から前記

の発光線のうちのいずれかを前記基準光として用いる請求項(3)記載のレーザの波長検出装置。

(8) 前記基準光源は、前記アルゴンランプの772.37nm、965.77nm、ネオンランプの966.55nmの発光線のうちのいずれかを前記基準光として用いる請求項(4)または請求項(5)記載のレーザの波長検出装置。

(9) 各種元素のうちの少なくとも1元素を用いたランプから出力される波長が既知の基準光と、エキシマレーザから出力される被検出レーザ光とを回折格子を用いた回折格子形分光器に同時に入射させ、前記基準光の n 次回折光に対する前記被検出レーザ光の mn 次の回折光の相対波長を検出し、この相対波長から前記被検出レーザ光の絶対波長を検出することを特徴とするレーザの波長検出方法。

(10) 鉄、エルビウム、モリブデン、タングステン、ロジウム、ツリウムのホローカソードランプから出力される波長が既知の基準光と、ArFエキシマレーザから出力される被検出レーザ光と

被検出レーザ光の絶対波長を検出する請求項(9)記載のレーザの波長検出方法。

(13) アルゴン、ネオンのうちの少なくとも1元素のランプから出力される波長が既知の基準光と、ArFエキシマレーザから出力される被検出レーザ光とを回折格子を用いた回折格子形分光器に同時に入射させ、前記基準光の n 次回折光に対する前記被検出レーザ光の $5n$ 次の回折光の相対波長を検出し、この相対波長から前記被検出レーザ光の絶対波長を検出する請求項(9)記載のレーザの波長検出方法。

3. 発明の詳細な説明

[産業上の利用分野]

この発明は、エキシマレーザの出力レーザ光の波長を検出する波長検出装置および方法に関する。

[従来の技術]

従来、エキシマレーザの出力レーザ光の波長検出技術としてはモニタエタロンを用いたもの、回折格子形分光器を用いたもの等がある。

モニタエタロンを用いたものは、出力レーザ光

の一部をビームスプリッタ等により分離し、この分離した光をレンズを介してモニタエタロンに導き、モニタエタロンの透過光によって形成される干渉縞から出力レーザ光の波長を検出するものである。しかし、モニタエタロンは環境変化、たとえば温度、気圧等の変化によって波長の検出値が変化するので、出力レーザ光の絶対波長を高精度に検出するためには、環境を一定に保つための複雑な制御が必要となる。

また、回折格子形分光器を用いたものも、出力レーザ光の一部をビームスプリッタ等によって分離し、この分離した光を回折格子形分光器に導き、波長の検出を行うものであるが、回折格子形分光器もモニタエタロンと同様にその波長検出精度が環境変化に依存し、このため出力レーザ光の絶対波長を高精度に検出することができなかった。

[発明が解決しようとする課題]

このように、モニタエタロン、回折格子形分光器等は、環境変化(たとえば温度、気圧等の変化)によって測定される波長が変化するため、高精度

でこのような構成において、

基準光を出力する鉄、エルビウム、モリブデン、タングステン、ロジウム、ツリウムのうちの少なくとも1元素のホローカソードランプからなる基準光源と、前記基準光と被検出レーザ光であるA r Fエキシマレーザの出力レーザ光とを回折格子を用いた回折格子形分光器に入射させ、前記基準光の n 次の回折光に対する前記被検出レーザ光の $2n$ 次の回折光の相対波長から前記被検出レーザ光の絶対波長を検出する検出手段とを備えたレーザの波長検出装置、または

基準光を出力する水銀ランプからなる基準光源と、前記基準光と被検出レーザ光であるA r Fエキシマレーザの出力レーザ光とを回折格子を用いた回折格子形分光器に入射させ、前記基準光の n 次の回折光に対する前記被検出レーザ光の $3n$ 次の回折光の相対波長から前記被検出レーザ光の絶対波長を検出する検出手段とを備えたレーザの波長検出装置、または

基準光を出力するアルゴンランプからなる基準

に絶対波長を検出するということが困難であった。

従って、このような波長検出器を使用してエキシマレーザの出力レーザ光の波長検出を行った場合、出力レーザ光の絶対波長を長期間にわたって高精度に検出することは不可能であった。

そこでこの発明は、簡単な構成によりエキシマレーザの出力レーザ光の絶対波長を高精度に検出することのできるレーザ光の波長検出装置および方法を提供することを目的とする。

[課題を解決するための手段]

上記目的を達成するためにこの発明に係るレーザ光の波長検出装置は、基準光を出力する各種元素のうちの少なくとも1元素を用いたランプからなる基準光源と、前記基準光と被検出レーザ光であるエキシマレーザの出力レーザ光とを回折格子を用いた回折格子形分光器に入射させ、前記基準光の n ($n = 1, 2, \dots$) 次の回折光に対する前記被検出レーザ光の $m n$ 次 (m は自然数) の回折光の相対波長から前記被検出レーザ光の絶対波長を検出する検出手段とを備えて構成される。そし

光源と、前記基準光と被検出レーザ光であるA r Fエキシマレーザの出力レーザ光とを回折格子を用いた回折格子形分光器に入射させ、前記基準光の n 次の回折光に対する前記被検出レーザ光の $4n$ 次の回折光の相対波長から前記被検出レーザ光の絶対波長を検出する検出手段とを備えたレーザの波長検出装置、あるいは

基準光を出力するアルゴン、ネオンのうちの少なくとも1元素のランプからなる基準光源と、前記基準光と被検出レーザ光であるA r Fエキシマレーザの出力レーザ光とを回折格子を用いた回折格子形分光器に入射させ、前記基準光の n 次の回折光に対する前記被検出レーザ光の $5n$ 次の回折光の相対波長から前記被検出レーザ光の絶対波長を検出する検出手段とを備えたレーザの波長検出装置でもよい。

また、この発明のレーザ光の波長検出方法は、各種元素のうちの少なくとも1元素を用いたランプから出力される波長が既知の基準光と、エキシマレーザから出力される被検出レーザ光とを回折

格子を用いた回折格子形分光器に同時に入射させ、前記基準光の n ($n = 1, 2, \dots$) 次回折光に対する前記被検出レーザ光の $m n$ 次 (m は自然数) の回折光の相対波長を検出し、この相対波長から前記被検出レーザ光の絶対波長を検出するものとし、具体的には

鉄、エルビウム、モリブデン、タンゲステン、ロジウム、ツリウムのホローカソードランプから出力される波長が既知の基準光と、A r F エキシマレーザから出力される被検出レーザ光とを回折格子を用いた回折格子形分光器に同時に入射させ、前記基準光の n 次回折光に対する前記被検出レーザ光の $2 n$ 次の回折光の相対波長を検出し、この相対波長から前記被検出レーザ光の絶対波長を検出する。または、

水銀ランプから出力される波長が既知の基準光と、A r F エキシマレーザから出力される被検出レーザ光とを回折格子を用いた回折格子形分光器に同時に入射させ、前記基準光の n 次回折光に対する前記被検出レーザ光の $3 n$ 次の回折光の相対

波長を検出し、この相対波長から前記被検出レーザ光の絶対波長を検出する。

アルゴン、ネオンのうちの少なくとも1元素のランプ基準光と、被検出レーザ光であるA r F エキシマレーザの出力レーザ光とが、回折格子を用いた回折格子形分光器に同時に入射され、前記基準光の n 次の回折光に対する前記被検出レーザ光の $m n$ 次の回折光の相対波長から前記被検出レーザ光の絶対波長を検出する。

ここで基準光としては、鉄ホローカソードランプの 386.00 nm 、 388.99 nm 、エルビウムホローカソードランプの 386.28 nm 、モリブデンホローカソードランプの 386.40 nm 、タンゲステンホローカソードランプの 386.80 nm 、ロジウムホローカソードランプの 385.65 nm 、ツリウムホローカソードランプの 386.13 nm 、水銀ランプの 576.96 nm 、 578.97 nm 、 579.07 nm 、アルゴンランプの 772.37 nm 、 965.77 nm 、ネオンランプの 966.55 nm の発光線のうちのいずれかを用いることができる。

[実施例]

波長を検出し、この相対波長から前記被検出レーザ光の絶対波長を検出する。または、

アルゴンランプから出力される波長が既知の基準光と、A r F エキシマレーザから出力される被検出レーザ光とを回折格子を用いた回折格子形分光器に同時に入射させ、前記基準光の n 次回折光に対する前記被検出レーザ光の $4 n$ 次の回折光の相対波長を検出し、この相対波長から前記被検出レーザ光の絶対波長を検出する。あるいは、

アルゴン、ネオンのうちの少なくとも1元素のランプから出力される波長が既知の基準光と、A r F エキシマレーザから出力される被検出レーザ光とを回折格子を用いた回折格子形分光器に同時に入射させ、前記基準光の n 次回折光に対する前記被検出レーザ光の $5 n$ 次の回折光の相対波長を検出し、この相対波長から前記被検出レーザ光の絶対波長を検出する。

[作用]

既知の波長を有する鉄、エルビウム、モリブデン、タンゲステン、ロジウム、ツリウム、水銀、

以下、この発明の一実施例を添付図面を参照して詳細に説明する。

第1図はこの発明に係るレーザの波長検出装置および方法を適用して構成した狭帯域発振A r F エキシマレーザを示したものである。第1図において、この狭帯域発振A r F エキシマレーザの共振器は、リアミラー1とフロントミラー5との間に波長選択素子2およびA r F を含むレーザガスを充填したレーザチャンバ3を配設することによって構成されている。なお、4 a、4 b はレーザチャンバ3のウィンドウである。

狭帯域化されたA r F エキシマレーザの出力レーザ光はフロントミラー5から出射し、このレーザ光の一部がビームスプリッタ6 a によって分取される。この分取されたA r F エキシマレーザ光はビームスプリッタ6 b で反射し、回折格子形分光器8に導入される。

一方、基準光源(鉄、エルビウム、モリブデン、タンゲステン、ロジウム、ツリウムのうちの少なくとも1元素を用いたホローカソードランプ、水

銀ランプ、アルゴンランプ、またはネオンランプ) 7から発生した基準光(鉄、エルビウム、モリブデン、タングステン、ロジウム、ツリウムのスペクトル線、水銀スペクトル線、アルゴンスペクトル線またはネオンスペクトル線)もビームスプリッタ6bを透過して回折格子形分光器8に導入される。回折格子形分光器8は基準光および狭帯域化されたA r Fエキシマレーザ光の回折光の入射スリットのそれぞれの回折像の位置を検出し、その出力を波長コントローラ9に送出する。波長コントローラ9では、これらの両回折像の位置に基づいて狭帯域化されたA r Fエキシマレーザ光の絶対波長を検出し、設定波長とこの検出絶対波長との差を計算する。

このとき算出された波長差分だけ波長選択素子2による選択波長を変化させるために、波長コントローラ9から波長選択素子ドライバ10に信号が送られる。この波長選択素子ドライバ10によって波長選択素子2の選択波長が制御される。

以上の操作を繰り返すことによって、狭帯域発

光S1を設け、ビームスプリッタ6aとビームスプリッタ6bとの間に、分取されたA r Fエキシマレーザ光を開閉するシャッタS2を設け、基準光と分取されたA r Fエキシマレーザ光とを別々に回折格子形分光器8に導き、それぞれ独立に検出するようにしてもよい。

第2図に回折格子形分光器による波長検出原理を示す。基準光および分取された狭帯域発振A r Fエキシマレーザ光を、同一光路で凹面鏡からなる入射光学系11に入射させ、入射光学系11により全反射させ、入射スリット12の位置で集光させ、入射スリット12を照明する。入射スリット12を透過した光は凹面鏡13により平行光に変換され、回折格子14に照射される。

回折格子14によって反射回折した光は、波長によって反射角が異なる。この回折光は、凹面鏡15により反射され、回折光の入射スリット像として焦点面16に結像する。

焦点面16には基準光および分取された狭帯域発振A r Fエキシマレーザ光のそれぞれの波長に

振したA r Fエキシマレーザ光の波長は、基準光源7の安定性に準ずる精度で安定化が行われる。

前記波長選択素子2の例としては、エタロン、回折格子、プリズムおよびこれらを複数個もしくは複数個組み合わせて構成されている。

波長選択素子2の選択波長を変化させる手段としては、狭帯域発振A r Fエキシマレーザ光の光軸と波長選択素子とのなす角度をパルスモータ等で変化させたり、エタロンの場合はピエゾ素子を使用してエアキャップを変化させたり、エアキャップ内の圧力を変化させること等を用いることができる。

なお、基準光と狭帯域発振A r Fエキシマレーザ光のサンプル光を同一光路に導く手段としては、合流形の光ファイバを用いたり、基準光のみを透過し、かつA r Fエキシマレーザ光のみを反射する特性をもつミラー、またはその逆の特性をもつミラーを用いることができる。

また、基準光源7とビームスプリッタ6bとの間に、基準光源7からの基準光を開閉するシャッ

対するそれぞれの回折光の入射スリット像17, 18が結像することになり、波長が変化すると入射スリット像17, 18の位置が変化する。

そこで、この基準光源の回折光の入射スリット像17と、狭帯域化されたA r Fエキシマレーザ光の入射スリット像18の位置を、光位置センサ20によってそれぞれ検出する。この光位置センサ20の出力信号は波長コントローラ9へ送られる。

光位置センサ20としては、たとえばフォトダイオードアレイまたはPSD (POSITION SENSITIVE DETECTOR、半導体位置検出素子)を用いることができる。

ところで一般に、間隔(格子定数) d の等間隔直線溝をもつ平面回折格子の主断面に平行に白色平行光線を入射させたとき、波長 λ の回折光の強度の主極大は、

$$d (\sin \alpha + \sin \beta) = m \lambda \quad \cdots \cdots (1)$$

$$(m = 0, \pm 1, \pm 2)$$

を満たす回折角 β の方向に生じる。ここで α , β

はそれぞれ回折格子の面に立てた法線と入射光、回折光とのなす角である。

ここで、入射角 α が一定のとき、ある回折角 β の位置に観測される回折光には、(1)式から波長 λ の一次($m=1$)の回折光のほか、 $\lambda/2$ の二次($m=2$)、 $\lambda/3$ の三次($m=3$)……などの回折光が現れ、次数の重なりを生じる。

なおここで、 $m=n$ の回折光は n 次の回折光と呼ばれる。つまり、

$$\lambda_1 = m \lambda_2 \dots\dots\dots (2)$$

(m は自然数)

の関係が成立すれば回折角 β は同じとなる。

従って回折格子を用いた分光器の場合、(2)式が成立するような関係となれば、波長 λ_1 と波長 λ_2 の入射スリット像の位置は焦点面16で一致することになる。また $\lambda_1 = m \lambda_2$ (m は自然数)ならば、ほぼ一致するような近接した位置に結像する。

そこで狭帯域発振A r Fエキシマレーザ光の波長 λ_E と、基準光の波長 λ_S との関係を、

$$\lambda_S = m \lambda_E \dots\dots\dots (3)$$

となるような基準光源を使用することによって、狭帯域発振エキシマレーザの発振光を $m \times n$ 次の回折光で検出し、基準光源の光を n 次の回折光で検出し、これら両回折光の入射スリット像17、18の位置を検出することによって、狭帯域発振A r Fエキシマレーザの発振光の波長の絶対値を検出することができる。

この実施例では発振波長193.3 nmのA r Fエキシマレーザ光に対して、基準光として鉄ホローカソードランプの386.00 nm、388.99 nm、エルビウムホローカソードランプの386.28 nm、モリブデンホローカソードランプの386.40 nm、タングステンホローカソードランプの386.80 nm、ロジウムホローカソードランプの385.65 nm、ツリウムホローカソードランプの386.13 nm、水銀ランプの576.96 nm、578.97 nm、579.07 nm、アルゴンランプの772.37 nm、965.77 nm、ネオンランプの966.55 nm

m の発光線を用いた。この場合、A r Fエキシマレーザ光の $m n$ 次の回折光と基準光の n 次回折光とがほぼ同じ位置に生じ、基準光に対するA r Fエキシマレーザ光の相対波長を検出することができる。

すなわち、狭帯域発振エキシマレーザ光は $m n$ 次の回折光の回折像を、基準光は n 次の回折光の回折像を検出することになる。

この様子を第3図に示す。第3図において、太い実線はA r Fエキシマレーザ光と基準光とを含む入射光を示し、細い実線は基準光の0次、1次、2次の回折光を示し、点線はA r Fエキシマレーザ光の0次、1次、2次、3次の回折光を示す。第3図から明らかなように、この場合は基準光の1次の回折光とA r Fエキシマレーザ光の3次の回折光とがほぼ同じ位置に現れる。従ってこの場合、基準光の1次の回折光に対するA r Fエキシマレーザ光の3次の回折光の相対波長を検出することにより、A r Fエキシマレーザ光の絶対波長を知ることができる。同様に、基準光の n 次の回

折光に対するA r Fエキシマレーザ光の $3 n$ 次の回折光の相対波長を検出しても、A r Fエキシマレーザ光の絶対波長を知ることができる。

次に、基準光の回折像と狭帯域発振エキシマレーザ光の回折像の位置を、ホトダイオードアレイを用いて検出する手段の実施例について説明する。

基準光および狭帯域発振エキシマレーザ光は、光ファイバー、プリズム、反射鏡等の手段により分光器に入射され、基準光および狭帯域発振エキシマレーザ光の分光器による両回折像が出射スリットに設置されたホトダイオードアレイ上に結像される。

この両回折像の光強度に応じた露光時間およびパルスレーザ光のサンプル数を一定にして、基準光および狭帯域発振エキシマレーザ光の両回折像の位置を検出すればよい。

分光器の入射スリットまでの基準光および狭帯域発振エキシマレーザ光のそれぞれの光路の途中に、それぞれS1、S2のシャッタを設置し、このシャッタの動作により2系統の光のうち的一方を

遮断し、他方だけを分光器に入射することができ、それぞれの光を独立に検出することもできる。

〔発明の効果〕

以上説明したようにこの発明においては、非常に簡単な構成により被検出レーザ光の絶対波長を高精度で検出することができる。そしてこの発明を狭帯域発振ArFエキシマレーザの波長制御に適用すれば、温度変化等に影響されず、波長の安定した狭帯域発振を行うことができる。

すなわち、狭帯域発振エキシマレーザ光の波長の整数倍に近い光を基準光として、回折格子形分光器を使用し、狭帯域発振エキシマレーザ光の波長の絶対値を検出し、その検出結果によって狭帯域発振エキシマレーザ光の発振波長をフィードバック制御するため、狭帯域発振エキシマレーザ光の波長を目的の波長に高精度に制御でき、温度等の変化に影響されず、安定した狭帯域発振が可能である。

またこの狭帯域発振ArFエキシマレーザを微細加工用光源として用いた場合、焦点位置および

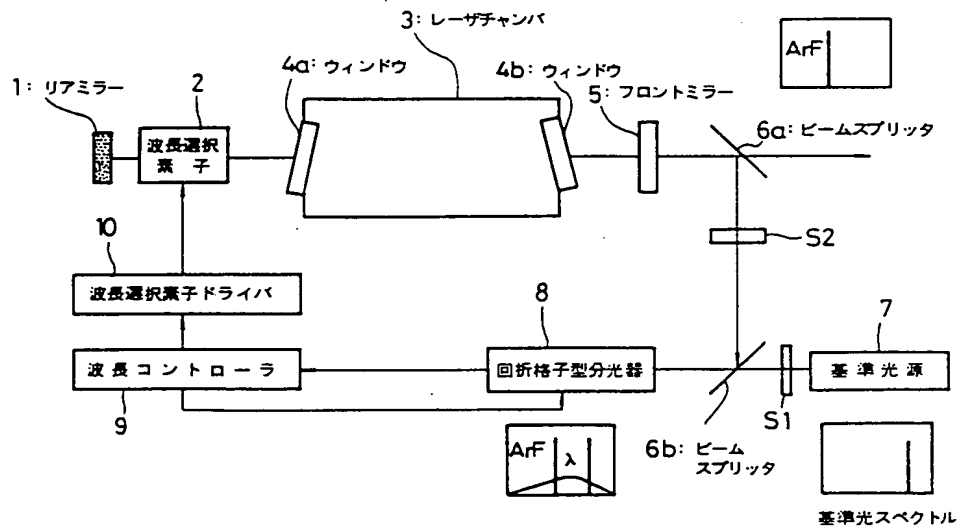
倍率を高精度に固定でき、焦点付近でのエネルギー密度を高くできるため、微細で高精度な加工が可能になる。

4. 図面の簡単な説明

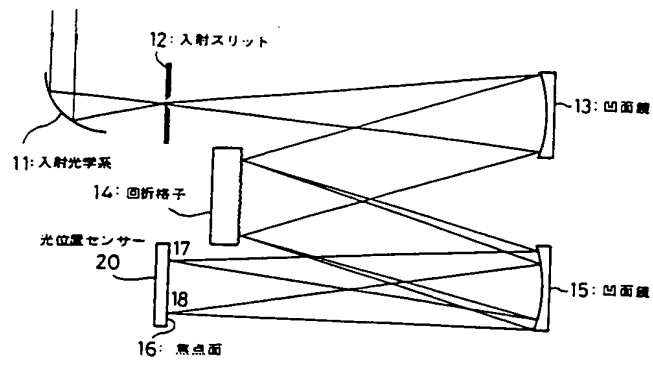
第1図はこの発明を適用した狭帯域発振ArFエキシマレーザの一実施例を示すブロック図、第2図および第3図はこの実施例における回折格子形分光器による波長検出原理を説明する図である。

- 1.....リアミラー
- 2.....波長選択素子
- 3.....レーザチャンバ
- 5.....フロントミラー
- 6a, 6b.....ビームスプリッタ
- 7.....基準光源
- 8.....回折格子形分光器
- 9.....波長コントローラ
- 10.....波長選択素子ドライバ

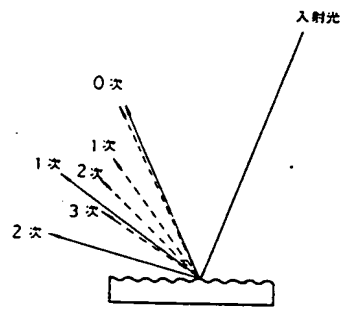
出願人 株式会社 小松製作所
代理人 弁理士 橋爪 良彦



第1図



第 2 図



第 3 図

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.